

Fall 10-16-2021

Enterprise Architeture as circular economy infrastruture

Anacleto Correia
Escola Naval/CINAV, anacleto.correia@gmail.com

António Gonçalves
INESC-ID, agoncalveslx@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://aisel.aisnet.org/capsi2021>

Recommended Citation

Correia, Anacleto and Gonçalves, António, "Enterprise Architeture as circular economy infrastruture" (2021). *CAPSI 2021 Proceedings*. 25.
<https://aisel.aisnet.org/capsi2021/25>

This material is brought to you by the Portugal (CAPSI) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in CAPSI 2021 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Arquitetura Empresarial como infraestrutura para economia circular

Enterprise Architecture as circular economy infrastructure

Anacleto Correia, Escola Naval/CINAV, Portugal, anacleto.correia@gmail.com

António Gonçalves, INESC-ID, Portugal, agoncalveslx@gmail.com

Resumo

As alterações climáticas, a degradação ambiental e a perda de biodiversidade causada pelas atividades humanas estão entre os maiores desafios globais do século 21. Medidas baseadas na economia circular, a aplicar ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos, visam, com o foco na proteção do ambiente, tirar partido da inovação e da transformação digital, fazendo com que os recursos sejam mantidos na economia durante o máximo tempo possível. Para que a economia circular seja uma realidade uma adequada infraestrutura de Sistemas de Informação é necessária em cada organização para dar suporte à dimensão e natureza dos desafios que se colocam. O presente trabalho explora o modo como a Arquitetura Empresarial deve ser adaptada nas organizações para melhor incorporar os princípios e desafios da economia circular.

Palavras-chave: economia circular; sustentabilidade; transformação digital; arquitetura empresarial; governança das TI

Abstract

Climate change, environmental degradation and biodiversity loss caused by human activities are among the greatest global challenges of the 21st century. Measures based on the circular economy, to be applied throughout the entire life cycle of products, aim, with a focus on environmental protection, to take advantage of innovation and digital transformation, ensuring that resources are kept in the economy for as long as possible. For the circular economy to become a reality an adequate Information Systems infrastructure is required in every organisation to support the size and nature of the challenges ahead. This paper explores how Enterprise Architecture should be adapted in organisations to better incorporate the principles and challenges of the circular economy.

Keywords: circular economy; sustainability; digital transformation; enterprise architecture; IT governance

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas, a degradação ambiental e a perda de biodiversidade causada pelas atividades humanas estão entre os maiores desafios globais do século 21. Embora só haja uma Terra, ao atual ritmo de utilização dos recursos naturais, em meados do século, o mundo necessitará do equivalente a dois planetas para fazer face às suas necessidade de consumo (GFN, 2016). Os custos do esgotamento dos recursos estão-se a tornar mais evidentes. As alterações climáticas, como resultado da emissão de gases com efeito de estufa, são a consequência mais óbvia e os seus efeitos mais generalizados. Outros efeitos biofísicos incluem o aumento da temperatura do planeta, períodos de seca acentuados e furacões, derretimento das calotas polares, desflorestação, desaparecimento de

espécies ou pandemias. Estes fenómenos extremos e a resultante escassez de recursos poderão vir a originar convulsões sociais e migrações em massa.

Para o combate às alterações climáticas a iniciativa da economia circular surge em linha com os objetivos definidos pela ONU (UN, 2018), as orientações que constam do Pacto Ecológico Europeu (EU, 2020) e o Plano de Ação para a Economia Circular (EUC, 2020c). Estas diretivas políticas têm servido de enquadramento às ações que se esperam sejam desenvolvidas pelas empresas, academia e governos no sentido do desenvolvimento mais sustentável do planeta.

Atualmente, a economia é, ainda, quase totalmente linear, com apenas 12 % dos materiais e dos recursos secundários a serem reintroduzidos na economia. Muitos produtos avariam-se de forma demasiada rápida - não podendo ser reutilizados, reparados ou reciclados - ou são concebidos para serem utilizados uma única vez. As novas medidas baseadas na economia circular, a aplicar ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos, visam, com o foco na proteção do ambiente, conceder novos direitos aos consumidores e reforçar a competitividade empresarial, tirando partido da inovação e da transformação digital. Para o efeito pretende-se assegurar que os recursos utilizados sejam mantidos na economia durante o máximo tempo possível.

Para que a economia circular seja uma realidade é necessária uma adequada infraestrutura de Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação (SI/TI) na organização para dar suporte à dimensão e natureza dos desafios que se colocam, quer em termos do volume e detalhe dos dados que se torna necessário processar e armazenar, quer das aplicações corporativas de suporte à digitalização de processos de negócio para apoio da complexa gestão do ciclo de vida dos produtos e articulação das cadeias de valor. Para o efeito, em organizações de maior dimensão e complexidade de processos, o suporte da Arquitetura Empresarial (AE) das organizações envolvidas é fundamental. Neste contexto entende-se por Arquitetura Empresarial a descrição formal do Sistema de Informação (SI) visando orientar a implementação dos seus componentes e a forma como se relacionam entre si, bem como a definição das diretrizes que regem a sua conceção e evolução ao longo do tempo (OG, 2018). Desta forma, a questão de investigação que o presente artigo pretende explorar é o modo como a AE deve ser adaptada nas organizações para melhor incorporar os princípios e desafios da economia circular.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma. Na próxima secção antecipa-se o modo como a economia circular irá impactar a sustentabilidade e os requisitos impostos às organizações e particularmente ao seu SI. A secção 3 descreve a noção e as diferentes abordagens à Arquitetura Empresarial e o seu papel estruturante para o SI da organização. Na quarta seção é descrito o modo como a Arquitetura Empresarial pode incorporar os princípios subjacentes à economia circular. Por fim são resumidas as principais conclusões deste trabalho, bem como futuros desenvolvimentos do tema.

2. ECONOMIA CIRCULAR COMO REQUISITO DE SUSTENTABILIDADE

A relevância do conceito de sustentabilidade está vertida na iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU), para a Agenda do Desenvolvimento Sustentável até 2030 (UN, 2018). Deste documento consta um conjunto de indicadores globais e universais, integrados num quadro de referência para a cooperação internacional visando um desenvolvimento global sustentável (Wu, Guo, Huang, Liu, & Xiang, 2018). Os indicadores referidos incluem 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Figura 1), baseados nos Objetivos de Desenvolvimento para o Milénio (ODM) (UN, 2015), decomposto em 169 metas. Os ODS e as metas enunciadas visam estimular desenvolvimentos relevantes, para a humanidade e para o planeta, em várias disciplinas importantes. Na Figura 2 os ODS estão agrupados, por afinidade, em 5Ps; (Pessoas, Prosperidade, Parceria, Paz e Planeta).



Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) [Fonte: (UN, 2018)]

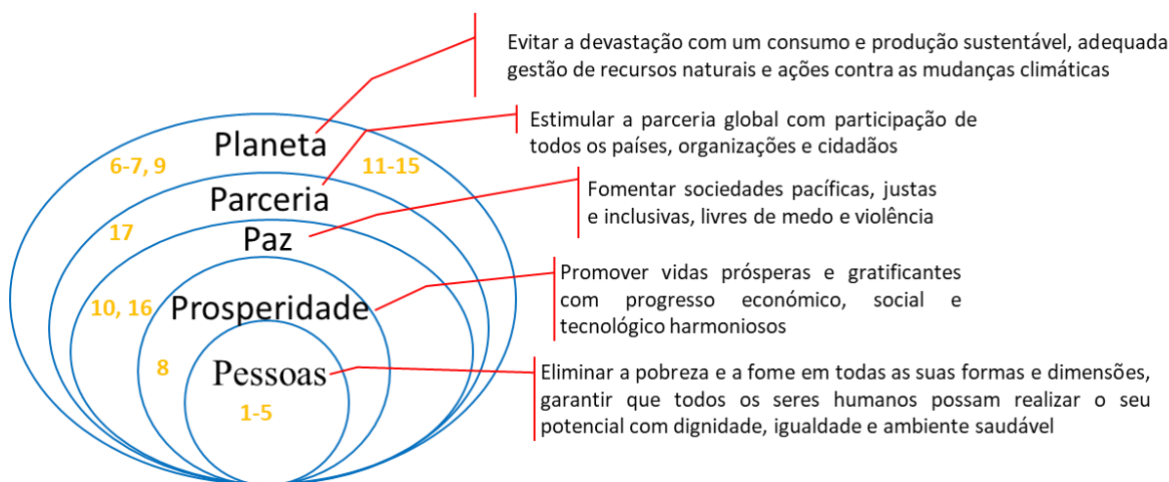


Figura 2 – ODS distribuídos pelos 5Ps [Fonte: (UN, 2018)]

A União Europeia (UE) apesar de representar menos de 10% das emissões globais de gases de efeito estufa, tem assumido a liderança da descarbonização, no sentido de responder aos desafios colocados ao planeta. Para se transformar numa sociedade mais eficiente na utilização de recursos e simultaneamente mais justa e próspera, a UE promoveu um conjunto de iniciativas, abaixo descritas, nas quais se espera que a utilização massiva de SI/TI tenha um papel crucial.

O Pacto Ecológico Europeu (*European Green Deal*) (EU, 2020), visa a transição para uma economia mais competitiva e capaz de atingir a meta de zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa até 2050. O pacto assenta num plano de ação com vista a impulsionar a utilização eficiente de recursos através da transição para uma economia limpa e circular, restaurando a biodiversidade e reduzindo a poluição. Com vista a concretizar estes objetivos a UE desenvolveu um conjunto significativo de iniciativas. A Estratégia de Biodiversidade (EUC, 2020a) é uma medida para proteger os ecossistemas frágeis e os recursos naturais do planeta. Novos "regimes ecológicos" oferecem incentivos para impulsionar práticas sustentáveis, como a agricultura de precisão e a agroecologia (incluindo a agricultura biológica).

A estratégia *Do Prado ao Prato* (*Farm to Fork Strategy*) (EUC, 2019), pretende ser uma forma de assegurar uma cadeia alimentar sustentável promovendo novas formas de negócio ecológico. Um exemplo são as práticas agrícolas de sequestro de carbono pelos agricultores e silvicultores, que eliminam o CO₂ da atmosfera contribuindo para o objetivo da neutralidade climática. Promove-se também a procura sustentável através do desenvolvimento da rotulagem dos alimentos sustentáveis, tendo em conta a rotulagem relativa ao bem-estar dos animais, a fim de estabelecer uma ligação entre os esforços de sustentabilidade das explorações agrícolas e a procura dos consumidores. O bem-estar dos animais melhora a saúde animal e a qualidade dos alimentos, reduz a necessidade de medicamentos e pode ajudar a preservar a biodiversidade, sendo por isso fundamental respeitar as disposições relativas ao bem-estar dos animais, nomeadamente as que se referem à sua rotulagem transporte e abate.

A Vaga de Renovação (EUC, 2020b) é um programa destinado a melhorar o desempenho energético dos edifícios. No seu âmbito, pretende-se aumentar as taxas de renovação dos edifícios de forma a garantir uma maior eficiência na utilização de energia e recursos. O resultado será a melhoria da qualidade de vida das pessoas que vivem nos edifícios e que os utilizam, combatendo a pobreza energética, redução das emissões de gases com efeito de estufa, promoção da digitalização e melhoria da reutilização e reciclagem de materiais.

Na economia, o sistema de classificação das atividades econômicas sustentáveis visam apoiar os investidores e as empresas a estabelecer as bases para a transição para economia de baixo carbono eficiente no futuro. Destas iniciativas importa destacar o plano de ação para a economia circular, centrada na utilização sustentável dos artefactos e que é transversal a todas as outras iniciativas. O

plano de economia circular inclui um conjunto de iniciativas relacionadas entre si para que produtos/serviços e modelos de negócios sejam sustentáveis e deseja uma transformação dos padrões de produção e consumo. A nova estrutura deverá assentar num modelo de negócio reorganizado com impacto direto e indireto na descarbonização da economia. Para a obtenção de um efeito líquido com a economia circular é necessária uma dupla transição: ecológica e digital.

A estratégia central da economia circular assenta na produção e utilização inteligente, ou seja, na política dos 3Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. O seu cumprimento deve ser feito por esta ordem, de modo a evitar ao máximo a produção de resíduos e, só quando não existe nenhum tipo de reutilização possível, é que este o resíduo deve ser encaminhado reciclagem. Desta forma reduz-se a extração de matérias-primas da natureza, que tem enormes impactes ambientais associados, acrescentando os elevados consumos de água e energia implicados não só na fase de extração, mas também no transporte, transformação e fabrico dos produtos. A economia circular assenta também no prolongamento da vida dos componentes ao explorar as potencialidades relacionadas com o ciclo de vida dos produtos como reusar, repensar, reduzir, reutilizar, reparar, recondicionar, remanufaturar, realocar e, no final de linha, fazer a aplicação útil dos materiais, i.e., reciclar e valorizar (Figura 3). O fecho dos ciclos permite a desaceleração do consumo de materiais devido à maior eficiência na utilização dos recursos.

O suporte da infraestrutura de SI/TI é essencial para a implementação de iniciativas de economia circular designadamente, por permitir:

- Exploração de oportunidades inovadoras para a criação de valor acrescentado assentes na valorização financeira do desempenho do produto/serviço, fomentando uma utilização mais eficiente, eficaz e produtiva dos artefactos produzidos e/ou adquiridos pelas organizações;
- Conceção circular com desenho de produtos, processos, serviços e espaços, pensados para máxima rentabilização, eficiência e produtividade, com minimização do impacto ambiental associado e que incluam, sistemas de retorno para reparação, reutilização, remanufatura ou reciclagem;
- Eficiência e regeneração através de modelos disruptivos de eficiência de processo e produto para melhoria de produtividade, centrados, entre outros, na combinação de: (i) minimização da geração de desperdícios e toxicidade, ao longo da cadeia de valor; (ii) substituição de recursos não renováveis por recursos renováveis e regeneráveis;
- Simbioses industriais, através da análise de fluxo de materiais e energia entre agentes de determinada geografia (e.g. região, cidade, zona industrial) procurando a partilha de informação e colaboração entre esses agentes para a identificação de oportunidades de

complementaridade de recursos, impulsionando o mercado de utilização de resíduos, subprodutos, materiais secundários, aproveitamento de energia e água;

- Valorização de subprodutos e de resíduos, por via da valorização de materiais residuais (subprodutos ou resíduos) como: (i) matéria-prima principal para o desenvolvimento de produtos com elevado valor acrescentado; e/ou (ii) substituição de matéria-prima (principal ou coadjuvante) de processo tradicional de produção, com benefício ambiental e económico relevante.

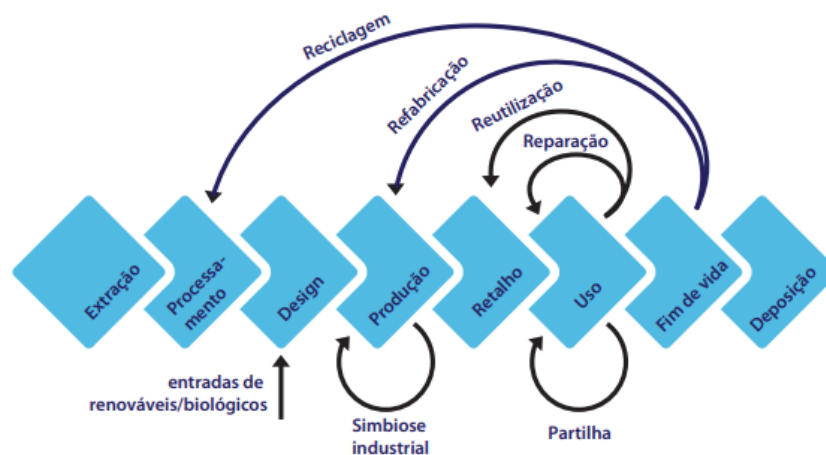


Figura 3 – Cadeia de valor nos modelos circulares de negócios
[Fonte: (Catarino, Henriques, Camocho, & Camelo, 2019)]

A digitalização é crucial para impulsionar a implementação da economia circular, designadamente no fecho dos ciclos do material, fornecendo informação precisa sobre as disponibilidades, características, localização e condições dos produtos. Essa digitalização permite também mais eficiências às empresas devido à conceção de produtos mais modulares e reparáveis que possam ser atualizáveis, o que representa um facilitador chave na adoção de modelos de negócio circulares, ajudando a minimizar desperdícios, prolongando a vida útil dos produtos e minimizando os custos de transação.

Num negócio circular, uma única empresa, por si só, não fecha o círculo, o que é assegurado apenas pelo ecossistema. Razão pela qual, uma plataforma de colaboração, promotora da participação das partes interessadas, seja fundamental. Embora sejam necessários produtos e serviços radicalmente novos, a cocriação dos mesmos com os *stakeholders* e clientes tem um papel significativo apoiado pela digitalização. Os consumidores dos novos produtos e serviços têm um papel central na colaboração e comunicação, necessariamente bidirecional, entre os parceiros virtuais da economia circular. Outro desafio que se coloca na adoção de novos modelos de negócios é o da recolha, armazenamento e gestão dos dados, com vista à sua transformação em conhecimento.

3. O PAPEL DA ARQUITETURA EMPRESARIAL

Projetar e construir uma casa é inegavelmente menos exigente do que realizar um bairro ou uma cidade. Da mesma forma, implementar uma aplicação de funcionalidades restritas para um pequeno número de utilizadores será mais simples do que arquitetar, desenhar, construir e integrar diversos sistemas distribuídos, de elevado desempenho, escaláveis e seguros que assegurem as atividades críticas da organização. Um SI complexo tem características arquiteturais mais exigentes requerendo, naturalmente, um maior grau de planeamento. A Arquitetura Empresarial visa gerir a complexidade do SI de forma que este entregue valor à organização e assegure a posição competitiva desta no setor de atividade em que atua. Para a construção da Arquitetura Empresarial é necessária uma metodologia que facilite o seu desenvolvimento e a obtenção da consequente visão holística da organização. Numa AE o sistema de informação abarca toda a organização, designadamente os processos de negócio, as tecnologias de informação, os dados e aplicações corporativas (IEEE, 2000).

Quatro abordagens existem no domínio da Arquitetura Empresarial (Sessions & DeVadoss, 2014): (i) a abordagem focada em *perspetivas* visa compreender e representar diferentes pontos de vista da organização, tendo em conta as suas múltiplas partes interessadas (Zachman, 1999; Zachman & Sowa, 1992); (ii) a abordagem orientada ao *processo* define atividades a serem desenvolvidas para obtenção de entregáveis que modelam a organização (OG, 2018); (iii) a abordagem centrada na *padronização* visa a aplicação dos standards geralmente aceites e utilizados pela comunidade na organização (FEAC, 2013); e (iv) a abordagem com ênfase nas *capacidades* visa a compreensão das competências atuais da organização com enfoque nas que podem ser tornadas mais eficientes através do SI ou da externalização de serviços. Para esta abordagem, capacidades são serviços prestados no âmbito de processos de negócio corporativos, suportados pela infraestrutura tecnológica (Sessions & DeVadoss, 2014).

A abordagem atualmente mais utilizada na criação de Arquitetura Empresarial, e que tem vindo a ser melhorada em versões sucessivas, é o TOGAF do Open Group (OG, 2018), considerado como um processo arquitetural. A derivação da AE pelo TOGAF permite a obtenção de quatro seguintes sub-arquitecturas, que, em conjunto formam a AE:

- Arquitetura de Negócio –descreve os processos da organização para suportar a sua estratégia e atingir os objetivos estabelecidos;
- Arquitetura Aplicacional - caracterizada pelas várias aplicações existentes na organização e pela forma como se integram e interagem entre si;
- Arquitetura de Dados - caracterizada pelos repositórios da organização, a forma como estão organizados e são acedidos;

- Arquitetura Tecnológica - descreve a infraestrutura de *hardware* e *software* que suporta as aplicações necessárias à organização.

A próxima seção irá estabelecer os requisitos a incorporar em cada uma das sub-arquiteturas necessários à adoção da economia circular por uma organização.

4. CONTRIBUTO DA ARQUITETURA EMPRESARIAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Para obter a Arquitetura Empresarial de uma organização o TOGAF dispõe de uma gama de arquiteturas-modelo, que vão desde modelos genéricos (*Foundation Architectures*) – baseadas em princípios arquitetónicos utilizáveis por qualquer organização -, passando por modelos menos genéricos para organizações particulares (*Common Systems Architectures*), um terceiro nível de modelos ainda mais específicos (*Industry Architectures*), para finalmente se alcançar o modelo da organização a modelar (*Organizational Architectures*). Esta gama de modelos é designada por *Enterprise Continuum*. O processo de criação de uma arquitetura empresarial é, assim, encarado como a customização de um modelo abrangente, que pode não considerar sequer as dimensões económica, social e ambiental de sustentabilidade, até à obtenção, de um modelo específico que incorpore os elementos da economia circular da indústria específica onde a organização atua. O processo ADM (*Architectural Development Methodology*) do TOGAF descreve o conjunto de atividades através das quais se procede à transformação do modelo de arquitetura genérico num modelo arquitetural específico da organização satisfazendo os requisitos da economia circular.

Dois dos modelos genéricos que o TOGAF disponibiliza como bases de conhecimento são o *Technical Reference Model* (TRM) e o *Standards Information Base* (SIB). O TRM é uma descrição genérica de uma arquitetura de TI. O SIB é uma coleção de normas e standards recomendados para a construção de uma arquitetura de TI. A experiência de criação de uma arquitetura empresarial para a economia circular assenta no processo de ADM e nas suas oito fases ilustradas na Figura 4.

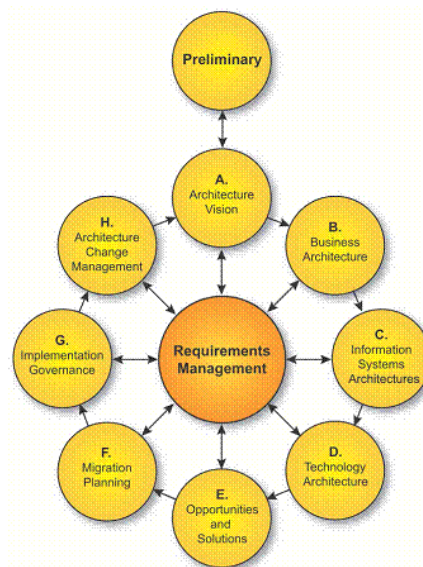


Figura 4 – Fases da construção da Arquitetura Empresarial com o TOGAF [Fonte: (OG, 2018)]

Os objetivos da Fase Preliminar são os de adaptar o processo TOGAF à especificidade e cultura da organização envolvida na economia circular e criar um sistema de governação que irá supervisionar a evolução do projeto de arquitetura empresarial. A colaboração entre o negócio e as TIs é fundamental para compreender a filosofia e o modelo do negócio circular, bem como as suas determinantes estratégicas. Também nesta fase deverão ser definidos os princípios arquitetónicos que irão nortear a várias sub-arquiteturas da organização, documentando esses princípios de acordo com os standards do TOGAF.

A Fase A inicia-se com um *Request for Architecture Work* (RAW), documento que inclui os fundamentos relevantes para que a organização empreenda o projeto de arquitetura, o orçamento e recursos humanos atribuídos, assim como as condicionantes a serem tidas em conta na definição da AE. Para o sucesso do projeto AE é fundamental o apoio da gestão de topo, devendo constar do RAW uma rigorosa delimitação do âmbito do projeto, a identificação das condicionantes existentes, os requisitos do negócio, e o estabelecimento da definição de alto nível tanto para a arquitetura de base (inicial) como para a arquitetura-alvo (pretendida). Estas definições de alto nível são extensíveis às quatro sub-arquiteturas: negócio, dados, aplicações e tecnologia. A Fase A culmina com a obtenção da aprovação da RAW pelos *stakeholders* antes do início da próxima fase. O resultado da Fase A é uma Visão Arquitetónica para o primeiro ciclo ADM. Essa visão deve ser validada quanto aos princípios arquitetónicos estabelecidos na Fase Preliminar, os intervenientes nas fases seguintes identificados e endereçados os requisitos e as questões por si levantados.

Os requisitos da economia circular, a considerar na Fase A, são os da necessidade de assegurar a eficiência dos recursos ao longo da cadeia de valor da organização através da recolha e tratamento de dados, da melhoria da tecnologia dos processos de produção, aumento da eficiência energética

dos equipamentos, utilização da tecnologia para acelerar a descarbonização e também uma melhoria no uso dos recursos, através da capacidade das tecnologias da informação aumentarem a eficiência energética dos equipamentos utilizados.

O objetivo da Fase B é o da obtenção dos modelos das arquiteturas do negócio atual e futura (incorporando os requisitos da economia circular) e a avaliação do hiato entre os dois modelos para, com os representantes do negócio, antecipar os objetivos organizacionais e a estratégia a empreender para alcançar a arquitetura de negócio sustentável desejada. A Fase B envolve, pois, modelação e análise detalhada dos processos de negócio atuais da organização e o levantamento dos requisitos técnicos. Para uma Fase B bem-sucedida são necessários contributos de inúmeros *stakeholders* ligados às diferentes áreas de negócio beneficiárias da futura arquitetura de negócio.

Os preceitos da economia circular a serem considerados na Fase B incluem, entre outros aspetos, (1) o respeito pelos direitos humanos nos países de onde as matérias-primas são oriundas, nomeadamente se provindos de zonas de conflito. (2) Havendo atualmente ainda muitas externalidades negativas que não são refletidas no custo real imputado aos produtos e serviços, há que fazer um esforço no sentido de reduzir essas externalidades. De outro modo, essas externalidades ao serem refletidas no preço final do produto, poderão originar perda de competitividade da empresa. (3) As novas gerações de consumidores já não querem ser donos dos ativos optando por modelos de economia da partilha (e.g., meios de transporte, habitação) o que é facilitado pelas *apps* trazidas pela transformação digital que promovem a partilha de ativos. (4) A impressão 3D alavanca a sustentabilidade ao permitir eliminar desperdícios de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos finais. Por outro lado, representa uma redução da pegada ecológica pelo menor consumo de recursos no transporte, visto que o produto é produzido próximo do local de consumo, por as cadeias de valor passarem a ser locais. (5) A entrega por *drones* ao domicílio de produtos comprados a granel que efetuam a entrega e reabastecimento reduzindo quer a mobilidade automóvel e as emissões de carbono quer a utilização de embalagens descartáveis, pela sua substituição por embalagens duráveis. (6) A sensorização e a internet das coisas ao serviço da domótica e da eficiência no uso dos recursos dá contributo à recolha da informação, fundamental para a análise da cadeia de valor e avaliação da sustentabilidade.

A Fase C tem como objetivo o levantamento das versões atual e futura da arquitetura dos sistemas de informação (dados e aplicações). O principal interlocutor nesta fase é o departamento de informática, com o qual a equipa de projeto desenvolve as seguintes atividades: (i) descrição da arquitetura de dados atual; (ii) revisão e validação dos princípios, modelos de referência, pontos de vista de interesse dos diferentes *stakeholders* e ferramentas existentes; (iii) criação de modelos da arquitetura de dados, incluindo modelos lógicos, modelos dos processos de gestão de dados e modelos de funções do negócio versus operações sobre os dados; (iv) seleção dos componentes

primários de arquitetura de dados; (v) revisão do modelo da arquitetura de dados e dos componentes primários com os *stakeholders*; (vi) revisão dos critérios qualitativos subjacentes à arquitetura (e.g., desempenho, fiabilidade, segurança, integridade); (vii) finalização da arquitetura de dados; (viii) realização da análise de impacto das alterações a efetuar; (ix) análise dos hiatos entre as versões atual e futura da arquitetura dos sistemas de informação (dados e aplicações).

A integração da economia circular na Fase C pode ser considerada nas aplicações usadas ao longo da cadeia de valor. Por exemplo, com utilização de tecnologia *blockchain* é possível assegurar a identificação e rastreabilidade dos materiais utilizados na produção de bens e serviços, a sua pegada carbónica e hídrica e o impacto social e relação do bem ao longo da cadeia de valor com as pessoas e comunidades que contribuíram e foram impactadas. O *blockchain* permite ainda que, para além do preço, existam outras camadas de análise e decisão de compra em que novas gerações de consumidores que poderão usar o consumo como ato de cidadania, e, portanto, ter uma palavra a dizer para um mundo mais sustentável.

A Fase D assegura que a arquitetura tecnológica é a infraestrutura de hardware e software necessária para suportar a nova arquitetura do sistema de informação proposta na Fase C. Esta fase é realizada principalmente por técnicos de informática. No desenho desta arquitetura, o respeito pela economia circular requer atenção para a eficiência energética dos equipamentos e centros de informática, bem como a política de valorização e reciclagem dos equipamentos em fim de vida útil e dos resíduos eletrónicos, de forma a diminuir a pegada ecológica da indústria. Os veículos autónomos e a robótica deverão ser também avaliados quanto ao contributo para a sustentabilidade.

Na Fase E são avaliadas as várias possibilidades de implementação, identificando os principais projetos que possam ser levados a cabo, avaliando as oportunidades e ameaças para o negócio associadas a cada um desses projetos. Na primeira iteração do ADM deve-se dar preferência a projetos de menor investimento que produzam valor a curto prazo em problemas relevantes, para assim criar ímpeto e motivação organizacional para projetos posteriores, a mais longo prazo. Na Fase F é decidido com a governação da organização que prioridade atribuir aos projetos identificados na fase anterior, tendo em conta o seu custo-benefício e os fatores de risco. Na Fase G, tendo por base a lista de projetos prioritários, são criadas as especificações arquitetónicas para a implementação dos projetos selecionados. Estas especificações incluirão critérios de aceitação e listas de riscos e requisitos a endereçar. A Fase H é a última da iteração, nela se procedendo à gestão da mudança arquitetónica tendo por base os artefactos criados na iteração terminada e na nova informação disponível.

5. CONCLUSÃO

O presente artigo explora a forma como o Sistema de Informação e as Tecnologias de Informação podem ajudar à sustentabilidade das organizações contribuindo para a economia circular. O instrumento proposto para obtenção desse objetivo foi o desenvolvimento da Arquitetura Empresarial através do processo arquitetural TOGAF. Como trabalho futuro pretende-se detalhar mais pormenorizadamente as diferentes atividades da economia circular a serem desenvolvidas nas fases do TOGAF, de forma a que sirvam de referencial para as organizações que venham a usar a Arquitetura Empresarial como instrumento para uma maior sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- Catarino, J., Henriques, J., Camocho, D., & Camelo, S. (2019). *Informação de apoio às empresas - Economia Circular*. LNEG.
- EU. (2020). A European Green Deal - Actions being taken by the EU | European Commission. Retrieved May 21, 2021, from <https://bit.ly/3f6cdB2>
- EUC. (2019). From Farm to Fork | European Commission. Retrieved May 23, 2021, from European Commission website: <https://bit.ly/2SjGsLQ>
- EUC. (2020a). Biodiversity strategy for 2030 - concrete actions. Retrieved May 23, 2021, from European Commission website: <https://bit.ly/3vdQ7SB>
- EUC. (2020b). Renovation Wave. Retrieved May 23, 2021, from European Commission website: <https://bit.ly/3hHOTvc>
- EUC. (2020c). The New Circular Economy Action Plan. Retrieved May 21, 2021, from FEEM Policy Brief website: <https://bit.ly/3yvN1eM>
- FEAC. (2013). *Federal Enterprise Architecture Framework - Version 2*. Retrieved from <https://bit.ly/3hMemDy>
- GFN. (2016). Past Earth Overshoot Days | Earth Overshoot Day. Retrieved May 21, 2021, from Earth Overshoot Day. Global Footprint Network website: <https://bit.ly/3f6zG56>
- IEEE. (2000). IEEE Std 1471-2000. *IEEE Std 1471-2000*. IEEE Computer Society.
- OG. (2018). The TOGAF Standard, Version 9.2. Retrieved January 15, 2021, from The Open Group website: <https://bit.ly/3wtfxMf>
- Sessions, R., & DeVadoss, J. (2014). *A comparison of the top four enterprise-architecture methodologies*. Retrieved from <https://bit.ly/2RHboFP>
- UN. (2015). A life of dignity for all: Accelerating progress towards the millennium development goals and advancing the United Nations development agenda beyond 2015. In *Report of the Secretary General*.
- UN. (2018). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. In *A New Era in Global Health*. <https://doi.org/10.1891/9780826190123.ap02>
- Wu, J., Guo, S., Huang, H., Liu, W., & Xiang, Y. (2018). Information and communications technologies for sustainable development goals: State-of-the-art, needs and perspectives. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2812301>
- Zachman, J. A. (1999). Framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*. <https://doi.org/10.1147/sj.382.0454>
- Zachman, J., & Sowa, J. (1992). Extending and formalizing the framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*.